



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 06 632.2

Anmeldetag: 18. Februar 2003

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

IPC: F 02 B, F 02 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 2. Dezember 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Letang

EV332459927

30.01.03 St/Oy

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht von einem Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine nach der Gattung des Hauptanspruchs aus.

Es sind bereits Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine bekannt, bei denen einem Verbrennungsmotor der Brennkraftmaschine mittels eines Verdichters Frischluft verdichtet zugeführt wird.

20

Eine besondere Betriebsart vorzugsweise für direkteinspritzende Brennkraftmaschinen nach dem Otto-Verfahren ist der sogenannte Direktstart. Der Direktstart ist ein Start ohne Verwendung eines Hilfsantriebs durch Einspritzung von Kraftstoff in einen Zylinder, dessen Ein- und Auslassventile geschlossen sind, und nachfolgende Entflammung durch einen Zündfunken. Das erzeugte Moment löst eine Bewegung der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine aus, die Verbrennungen in weiteren Zylindern ermöglicht und somit einen Hochlauf des Verbrennungsmotors ermöglicht. Gerade für einen Start-Stop-Betrieb, d. h. ein automatisiertes Abstellen des Verbrennungsmotors an Ampeln und ähnlichem, ist der schnelle und geräuscharme Start vorteilhaft. Üblich ist eine Erkennung des stehenden Fahrzeugs durch eine Logik, die bei Vorliegen weiterer Bedingungen, z. B. beim Auskuppeln oder im Falle eines Automatikgetriebes bei dessen Stellung in Neutralposition, mit Hilfe der vorhandenen Steuerung den Motor abstellt und bei bestimmten Fahrerreaktionen, wie beispielsweise Einkuppeln, automatisch den Verbrennungsmotor wieder startet.

25

30

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den Merkmalen des Hauptanspruches hat demge-
genüber den Vorteil, dass der Verdichter bei einem Auslauf des Verbrennungsmotors zur
Füllung mindestens eines Zylinders aktiviert wird, der in einer für einen nachfolgenden
Direktstart geeigneten Position zum Stillstand kommt. Auf diese Weise kann sicherge-
stellt werden, dass der mindestens eine Zylinder für den nachfolgenden Direktstart aus-
reichend mit Frischluft gefüllt ist. Die Zuverlässigkeit des Direktstarts wird auf diese
Weise erhöht.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbil-
dungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Verdichter unabhängig von der Brennkraftmaschi-
ne angetrieben wird. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass beim Auslauf des
Verbrennungsmotors, bei dem ein abhängig von der Brennkraftmaschine angetriebener
Verdichter, wie beispielsweise ein Abgasturbolader, gegebenenfalls nicht mehr die erfor-
derliche Verdichtungsleistung bringt, die für eine ausreichende Füllung des mindestens
einen Zylinders erforderliche Verdichtung der zugeführten Frischluft dennoch aufge-
bracht werden kann.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich, wenn als Verdichter ein elektrisch betriebener Lader
verwendet wird. Auf diese Weise lässt sich ein unabhängig von der Brennkraftmaschine
angetriebener Verdichter besonders einfach realisieren.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Verdichter abhängig von der Motordrehzahl der
Brennkraftmaschine aktiviert wird. Auf diese Weise lässt sich einerseits ein Auslauf des
Verbrennungsmotors sicher detektieren. Andererseits lässt sich auch eine Voraussage
treffen, wie viele Umdrehungen der Verbrennungsmotor noch bis zum Motorstillstand
durchführen wird. Somit kann die Aktivierung des Verdichters weitestmöglich hinausge-
zögert werden und Energie eingespart werden.

Ein Vorteil ergibt sich auch, wenn der Verdichter abhängig von einem Kurbelwinkel der
Brennkraftmaschine derart aktiviert wird, dass in den mindestens einen Zylinder zumin-
dest während der letztmaligen Öffnung des Einlassventils des mindestens einen Zylinders

vor dem Motorstillstand Frischluft gefüllt werden kann. Auf diese Weise lässt sich der Einsatz des Verdichters noch präziser einstellen, sodass die Aktivierung des Verdichters auf den mindestens erforderlichen Zeitraum beschränkt werden kann. Dies führt zu einer weiteren Energieeinsparung.

5

Vorteilhaft ist weiterhin, wenn der Verdichter zumindest bis zum letztmaligen Schließen des Einlass- und des Auslassventils des mindestens einen Zylinders vor dem Motorstillstand aktiviert bleibt. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die Frischluftfüllung in dem mindestens einen Zylinder für einen nachfolgenden Direktstart erhalten bleibt.

10

Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Verdichter abhängig von einem Kurbelwinkel der Brennkraftmaschine derart aktiviert wird, dass in den mindestens einen Zylinder zumindest während einer letztmaligen Überschneidung der Öffnung von Einlass- und Auslassventil des mindestens einen Zylinders vor dem Motorstillstand Frischluft gefüllt werden kann. Auf diese Weise lässt sich nicht nur die Füllung des mindestens einen Zylinders mit Frischluft für den nachfolgenden Direktstart gewährleisten, sondern auch das Rückströmen von Restgas aus einem Abgasstrang der Brennkraftmaschine in den Brennraum des mindestens einen Zylinders verhindern. Dies verbessert die Zündungs- und Verbrennungseigenschaften des im Brennraum des mindestens einen Zylinders für einen nachfolgenden Direktstart vorliegenden Luft-/Kraftstoffgemisches.

15

20

Vorteilhaft ist weiterhin, wenn der Verdichter derart angesteuert wird, dass der Brennraum des mindestens einen Zylinders nach dem letztmaligen Schließen des Einlass- und des Auslassventils vor dem Motorstillstand maximal mit Frischluft gefüllt ist. Auf diese Weise werden die Zündungs- und Verbrennungseigenschaften des im Brennraum des mindestens einen Zylinders für einen nachfolgenden Direktstart vorliegenden Luft-/Kraftstoffgemisches optimiert.

25

Ein weiterer Vorteil ergibt sich, wenn der Verdichter derart angesteuert wird, dass ein Rückströmen von Restgas aus einem Abgasstrang der Brennkraftmaschine in den Brennraum des mindestens einen Zylinders weitestgehend vermieden wird. Auf diese Weise werden ebenfalls die Zündungs- und Verbrennungseigenschaften des im Brennraum des mindestens einen Zylinders für einen nachfolgenden Direktstart vorliegenden Luft-/Kraftstoffgemisches optimiert.

30

35

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 ein Blockschaltbild einer Brennkraftmaschine und Figur 2 einen Ablaufplan für einen beispielhaften Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Figur 1 kennzeichnet 1 eine Brennkraftmaschine beispielsweise eines Kraftfahrzeugs. Die Brennkraftmaschine 1 umfasst dabei einen Verbrennungsmotor 10, der beispielsweise als Ottomotor oder als Dieselmotor ausgebildet sein kann. Im Folgenden soll beispielhaft angenommen werden, dass der Verbrennungsmotor 10 als Ottomotor ausgebildet ist. Dem Ottomotor 10 ist über eine Luftzufuhr 45 Frischluft zugeführt. In der Luftzufuhr 45 ist ein erster Verdichter 5 angeordnet, der unabhängig von der Brennkraftmaschine 1 angetrieben wird. Der erste Verdichter 5 kann bspw. elektrisch unter Verwendung eines Elektromotors angetrieben sein. Im Folgenden soll beispielhaft angenommen werden, dass der erste Verdichter 5 elektrisch angetrieben ist. Optional und wie in Figur 1 gestrichelt dargestellt kann in der Luftzufuhr 45 in Strömungsrichtung der Frischluft, die in Figur 1 durch einen Pfeil gekennzeichnet ist, dem ersten Verdichter 5 nachfolgend ein zweiter Verdichter 50 angeordnet sein. Der zweite Verdichter 50 kann dabei abhängig von der Brennkraftmaschine 1 angetrieben sein. Im vorliegenden Beispiel ist der zweite Verdichter 50 von einer Turbine 85 in einem Abgasstrang 35 über eine Welle 90 angetrieben und bildet daher mit der Turbine 85 und der Welle 90 einen Abgasturbolader. Die Turbine 85 und die Welle 90 sind dabei ebenfalls optional vorgesehen und in Figur 1 gestrichelt dargestellt. Dem zweiten Verdichter 50 in Strömungsrichtung der Frischluft nachfolgend ist in der Luftzufuhr 45 eine Drosselklappe 40 zur Einstellung des Luftmassenstroms angeordnet. Die Frischluft wird einem Brennraum 30 mindestens eines Zylinders 15 des Verbrennungsmotors 10 über ein Einlassventil 20 zugeführt. Dem Brennraum 30 ist über ein Einspritzventil 55 Kraftstoff zuführbar. Das auf diese Weise in den Brennraum 30 gelangende Luft-/Kraftstoffgemisch wird mittels einer Zündkerze 60 gezündet. Auf diese Weise wird ein Kolben 65 des mindestens einen Zylinders 15 angetrieben, der seinerseits in den Fachmann bekannter Weise eine Kurbelwelle 70 der Brennkraftmaschine 1 antreibt. Im Bereich des Verbrennungsmotors 10 ist ein Kurbelwinkelsensor 75 angeordnet, der den aktuellen Kurbelwinkel erfasst und an eine Steuerung 80, beispielsweise eine Motorsteuerung, zur weiteren Auswertung weiterleitet. Das bei der Verbrennung des Luft-/Kraftstoffgemisches dem Brennraum 30 entstandene Abgas wird über ein Auslass-

5 ventil 25 in den Abgasstrang 35 ausgestoßen. Die Strömungsrichtung des Abgases ist in Figur 1 ebenfalls durch einen Pfeil gekennzeichnet. Die Motorsteuerung 80 steuert den Öffnungsgrad der Drosselklappe 40 zur Einstellung eines gewünschten Luftmassenstromes in der Luftzufuhr 45 an. Ferner steuert die Motorsteuerung 80 das Einspritzventil 55 zur Einstellung einer einzuspritzenden Kraftstoffmasse beispielsweise zur Erzielung eines vorgegebenen Lambda-Wertes an. Ferner steuert die Motorsteuerung 80 die Zündkerze 60 zur Einstellung eines vorgegebenen Zündzeitpunktes an. Weiterhin steuert die Motorsteuerung 80 des Einlassventils 20 und das Auslassventil 25 zur Einstellung vorgegebener Öffnungs- und Schließungszeiten im Rahmen einer voll variablen Ventilsteuerung an. Alternativ kann die Öffnung und Schließung des Einlassventils 20 und des Auslassventils 25 durch jeweils eine mit der Kurbelwelle in dem Fachmann bekannter Weise zusammenwirkende Nockenwelle bewirkt werden. Die Motorsteuerung 80 steuert weiterhin den in Figur 1 nicht dargestellten Elektromotor des ersten Verdichters 5 zur Einstellung einer gewünschten Verdichterleistung an. Ferner steuert die Motorsteuerung 80 in diesem Beispiel optional ein Wastegate der Turbine 85 an, um die Verdichterleistung des Abgasturboladers zu regeln.

20 Die Einstellung des Luftmassenstroms, der einzuspritzenden Kraftstoffmenge und des Zündzeitpunktes dient der Umsetzung eines beispielsweise von einem Fahrer des Kraftfahrzeugs über ein Fahrpedal vorgegebenes Fahrerwunschmoment. Dieses kann durch Verdichtung mittels des ersten Verdichters 5 und/oder des zweiten Verdichters 50 noch erhöht werden.

25 Im Falle eines Dieselmotors ist die Drosselklappe 40 und die Zündkerze 60 nicht vorgesehen. Ferner kann der Verbrennungsmotor 10 einen oder mehrere Zylinder umfassen.

30 Der erfolgreiche Direktstart erfordert ein geeignetes Abstellen des Verbrennungsmotors 10. das Abstellen umfasst das Herbeiführen einer für den Direktstart geeigneten Kurbelwellenposition. Eine geeignete Kurbelwellenposition liegt vor, wenn der mindestens eine Zylinder des Verbrennungsmotors 10 in einer Vorzugslage für den sicheren Direktstart zum Stillstand kommt. Eine solche Vorzugslage liegt vor, wenn ein Zylinder in einer Arbeitsphase etwa einen ersten vorgegebenen Kurbelwinkel nach einem oberen Zündtotpunkt zum Stillstand kommt. Auf diese Weise kann der Zylinder in der Arbeitsphase bei geeignetem ersten vorgegebenen Kurbelwinkel nach dem oberen Zündtotpunkt für einen Direktstart durch Einspritzung bei stehendem Verbrennungsmotor und Zündung nach erfolgter Gemischbildung verwendet werden. Der Motorhochlauf erfolgt dann ohne Betäti-

gung eines Anlassers. Das Erreichen der Vorzugslage kann dabei in dem Fachmann bekannter Weise durch geeignete Eingriffe mittels der Motorsteuerung 80 realisiert werden.

Eine bekannte Maßnahme zur Leistungssteigerung von Motoren ist die Aufladung. Eine bekannte Lösung ist der Einsatz eines Abgasturboladers wie in Figur 1 dargestellt.

Hauptnachteil ist dabei eine erforderliche Mindestdrehzahl des Verbrennungsmotors 10, die den für die Aufladung durch Abgasturbolader erforderlichen Abgasmassenstrom bereitstellt. Mittels des ersten Verdichters 5, in diesem Beispiel des elektrisch betriebenen Laders, lässt sich auch für den Betriebsbereich der Brennkraftmaschine 1, in dem der Abgasturbolader nicht betrieben werden kann, also unterhalb der Mindestdrehzahl, die erforderliche Aufladung realisieren. Auf diese Weise kann mittels des ersten Verdichters 5 unabhängig von der Motordrehzahl und damit vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine 1 spontan eine Aufladung bewirkt werden und das so genannte Turboloach vermieden werden. Der erste Verdichter 5 wird im normalen Fahrbetrieb dann aktiviert, wenn der Fahrer ein großes Moment vom Verbrennungsmotor 10 fordert und der Abgasturbolader noch keinen wesentlichen Ladeeffekt leisten kann.

Erfindungsgemäß wird nun der erste Verdichter 5 auch während des Auslaufens des Verbrennungsmotors 10 aktiviert, um einen nachfolgenden Direktstart zu ermöglichen.

Der erste Verdichter 5 wird dabei beim Auslauf des Verbrennungsmotors 10 zur Füllung des mindestens einen Zylinders 15 aktiviert, der in einer für den nachfolgenden Direktstart geeigneten Position, der oben beschriebenen Vorzugslage, zum Stillstand kommt.

Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass für den nachfolgenden Direktstart der mindestens eine Zylinder 15 ausreichend mit Frischluft gefüllt ist, um den Direktstart erfolgreich zu ermöglichen. Die Aktivierung des ersten Verdichters 5 kann abhängig von

der Motordrehzahl erfolgen. Die Motordrehzahl kann in der Motorsteuerung 80 aus dem zugeführten Kurbelwinkelsignal des Kurbelwinkelsensors 75 durch zeitliche Ableitung ermittelt werden. Anhand der Motordrehzahl kann die Motorsteuerung 80 erkennen, ob ein Auslauf des Verbrennungsmotors 10 vorliegt. Dazu kann bspw. die Motorsteuerung 80 prüfen, ob die Motordrehzahl einen vorgegebenen Schwellwert unterschreitet. Der vorgegebene Schwellwert kann dabei so gewählt werden, dass er zwischen einer Leerlaufdrehzahl und 0 liegt. Vorteilhafterweise liegt der vorgegebene Schwellwert dabei erheblich unter der Leerlaufdrehzahl, um eine Fehldetektion des Auslaufens des Verbrennungsmotors 10 zu vermeiden. Wenn also der vorgegebene Schwellwert durch die Motordrehzahl unterschritten wird, zu ist mit großer Sicherheit davon auszugehen, dass der Verbrennungsmotor 10 ausläuft. Die Motorsteuerung 80 kann ferner den zeitlichen Gra-

dienten der Motordrehzahl ermitteln und daraus ableiten, wie viele Umdrehungen die Kurbelwelle noch bis zum Motorstillstand machen wird. Zur Füllung des mindestens einen Zylinders 15 für den nachfolgenden Direktstart reicht es aus, wenn der erste Verdichter 5 für das letztmalige Öffnen des Einlassventils 20 vor dem Motorstillstand aktiviert wird. Auf diese Weise kann Energie für den Betrieb des ersten Verdichters 5 eingespart werden. Wenn wie im vorliegenden Beispiel der erste Verdichter 5 elektrisch angetrieben wird und die Brennkraftmaschine ein Fahrzeug antreibt, so kann auf diese Weise die Bordnetzbelastung auf ein Minimum reduziert werden. Der erste Verdichter 5 kann also abhängig von der Motordrehzahl der Brennkraftmaschine 1 derart aktiviert werden, dass seine Verdichterleistung spätestens bei der letzten Umdrehung der Kurbelwelle aufgebaut wird.

Eine noch präzisere Ansteuerung des ersten Verdichters 5 wird ermöglicht, wenn der erste Verdichter 5 auch abhängig von einem Kurbelwinkel der Brennkraftmaschine 1 derart aktiviert wird, dass in den mindestens einen Zylinder 15, der für den nachfolgenden Direktstart in die beschriebenen Vorzugslage gebracht werden soll, zumindest während der letztmaligen Öffnung des Einlassventils 20 des mindestens einen Zylinders 15 vor dem Motorstillstand Frischluft gefüllt werden kann. Dies reicht aus, um den mindestens einen Zylinder 15 für den nachfolgenden Direktstart vorzubereiten. Der erste Verdichter 5 kann zwar auch schon vor dem letztmaligen Öffnen des Einlassventils 20 des mindestens einen Zylinders 15 aktiviert werden, sodass der mindestens eine Zylinder 15 bzw. dessen Brennraum 30 mehrmals vor dem Motorstillstand mit Frischluft gefüllt wird. Für den nachfolgenden Direktstart ist es aber ausreichend, den ersten Verdichter 5 nur für das letztmalige Öffnen des Einlassventils 20 für die Erzeugung der für den nachfolgenden Direktstart notwendigen Füllung des mindestens einen Zylinders 15 zu aktivieren. Auf diese Weise kann der Energieverbrauch für die Aktivierung des ersten Verdichters 5 minimiert werden. Die Aktivierung des ersten Verdichters 5 erfolgt dann, wenn die Motorsteuerung 80 den Kurbelwinkel detektiert, bei dem für die aus der Motordrehzahl abgeleitete letzte Umdrehung der Kurbelwelle vor dem Motorstillstand, bei der das Einlassventil 20 des mindestens einen Zylinders 15 letztmalig geöffnet wird, die Öffnung des Einlassventils 20 erfolgt. Dabei kann erste Verdichter 5 auch kurz vor Öffnen des Einlassventils 20 aktiviert werden, damit der erste Verdichter 5 beim Öffnen des Einlassventils 20 bereits auf seine gewünschte Verdichterleistung hoch gelaufen ist.

Vorteilhaft ist weiterhin, wenn der erste Verdichter 5 zumindest bis zum letztmaligen Schließen des Einlass- und des Auslassventils 20,25 des mindestens einen Zylinders 15

vor dem Motorstillstand aktiviert bleibt. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die durch die Verdichterleistung des ersten Verdichters 5 bewirkte Füllung des mindestens einen Zylinders 15 auch im mindestens einen Zylinder 15 verbleibt, sodass der nachfolgende Direktstart sichergestellt wird.

5

Für den Fall, dass der Verbrennungsmotor 10 mit zeitlicher Überschneidung der Öffnung des Einlassventils 20 und des Auslassventils 25 betrieben wird, kann es in vorteilhafter Weise weiterhin vorgesehen sein, dass der erste Verdichter 5 abhängig von Kurbelwinkel der Brennkraftmaschine 1 derart aktiviert wird, dass in den mindestens einen Zylinder 15 zumindest während einer letztmaligen Überschneidung der Öffnung von Einlass- und Auslassventil 20,25 des mindestens einen Zylinders 15 vor dem Motorstillstand Frischluft gefüllt werden kann. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass der Rückstrom von Restgas aus dem Abgasstrang 35 in den Brennraum 30 durch den seitens des ersten Verdichters 5 aufgebauten Verdichterdrucks auf der Seite der Luftzufuhr 45, der so genannten Saugseite des Verbrennungsmotors 10, im wesentlichen verhindert wird. Dabei kann der erste Verdichter 5 bereits vor der letztmaligen Überschneidung der Öffnung des Einlass- und des Auslassventils 20,25 des mindestens einen Zylinders 15 aktiviert werden, um den Rückstrom von Restgas sicher zu vermeiden.

10

15

20

25

30

35

Für den Fall, dass die Verdichtungsleistung des ersten Verdichters 5 variabel einstellbar und von der Motorsteuerung 80 vorgebar ist, lässt sich die Füllung des mindestens einen Zylinders 15 sowie die Vermeidung des Rückströmens von Restgas auch quantitativ beeinflussen. Die Verdichtungsleistung des ersten Verdichters 5 kann beispielsweise durch Variation seiner Drehzahl beeinflusst werden. Die Motorsteuerung 80 kann dabei in diesem Beispiel den Elektromotor des ersten Verdichters 5 zu ansteuern, dass sich eine gewünschte Drehzahl des ersten Verdichters 5 zur Einstellung eines gewünschten Verdichterdruckverhältnisses über dem ersten Verdichter 5 einstellt. Dabei kann in der Motorsteuerung 80 ein erstes Kennfeld abgelegt sein, das in Abhängigkeit einer einzustellenden maximalen Füllung des mindestens einen Zylinders 15 eine Drehzahl des ersten Verdichters 5 vorgibt, mit der diese maximale Füllung beim Auslauf des Verbrennungsmotors 10 in den mindestens einen Zylinder 15 realisiert werden kann. Das erste Kennfeld kann dabei bspw. auf einem Prüfstand appliziert werden. Dabei kann es ausreichend sein, wenn ein Kompromiss zwischen möglichst geringer Drehzahl des ersten Verdichters 5 und möglichst hoher, für den nachfolgenden Direktstart ausreichender Füllung des mindestens einen Zylinders 15 gewählt wird, um den Energieverbrauch des ersten Verdichters 5 so gering wie möglich zu halten. Auf diese Weise kann der erste Verdichter 5 der-

art von der Motorsteuerung 80 angesteuert werden, dass der Brennraum 30 des mindestens einen Zylinders 15 nach dem letztmaligen Schließen des Einlass- und des Auslassventils 20,25 vor dem Motorstillstand maximal oder zumindest ausreichend mit Frischluft gefüllt ist.

5

10

15

20

In der Motorsteuerung 80 kann weiterhin ein zweites Kennfeld abgelegt sein, das in Abhängigkeit einer einzustellenden minimalen Restgasmenge im Brennraum 30 des mindestens einen Zylinders 15 eine Drehzahl des ersten Verdichters 5 vorgibt, mit der diese minimale Restgasmenge beim Auslauf des Verbrennungsmotors 10 in dem mindestens einen Zylinder 15 realisiert werden kann. Die minimale Restgasmenge kann dabei so gewählt sein, dass sie einen vernachlässigbaren Rückstrom von Restgas in den Brennraum 30 bedeutet. Auch das zweite Kennfeld kann bspw. auf einem Prüfstand appliziert werden. Dabei kann es wiederum ausreichend sein, wenn ein Kompromiss zwischen möglichst geringer Drehzahl des ersten Verdichters 5 und möglichst geringer, für den nachfolgenden Direktstart ausreichend niedriger Restgasmenge im Brennraum 30 des mindestens einen Zylinders 15 gewählt wird, um den Energieverbrauch des ersten Verdichters 5 so gering wie möglich zu halten. Auf diese Weise kann der erste Verdichter 5 derart von der Motorsteuerung 80 angesteuert werden, dass ein Rückströmen von Restgas aus dem Abgasstrang 35 der Brennkraftmaschine 1 in den Brennraum 30 des mindestens einen Zylinders 15 weitestgehend vermieden wird.

25

Das Entfernen des Restgases ist bedeutsam, um der ersten und zweiten Verbrennung beim Direktstart eine ausreichende Luftfüllung bereitzustellen. Nur die nach dem letztmaligen Schließen des Einlass- und des Auslassventils 20,25 im Brennraum 30 des mindestens einen Zylinders 25 eingeschlossene Luftmenge steht der ersten und zweiten Verbrennung des Direktstarts zur Verfügung und bestimmt somit wesentlich das erzeugte Drehmoment und letztendlich die Startqualität.

30

In Figur 2 ist ein Ablaufplan für einen beispielhaften Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Nach dem Start des Programms wird bei einem Programmpunkt 100 von der Motorsteuerung 80 in der beschriebenen Weise aus dem Signal des Kurbelwinkelsensors 75 die Motordrehzahl abgeleitet. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 105 verzweigt.

Bei Programmpunkt 105 prüft die Motorsteuerung 80, ob die ermittelte Motordrehzahl den vorgegebenen Schwellwert unterschreitet. Ist dies der Fall, so wird zu einem Programmpunkt 110 verzweigt, andernfalls wird zum Programmpunkt 100 zurück verzweigt.

5 Bei Programmpunkt 110 ermittelt die Motorsteuerung 80 aus der Motordrehzahl und deren zeitlichen Gradienten die Anzahl der noch verbleibenden Umdrehungen der Kurbelwelle bis zum Motorstillstand. Aus dem Verlauf des Kurbelwinkels selbst ermittelt die Motorsteuerung 80 den mindestens einen Zylinder 15, der in der beschriebenen Vorzugs-
10 lage für einen nachfolgenden Direktstart zum Stillstand kommen wird und ermittelt denjenigen Kurbelwinkel, bei dem oder kurz nach dem der mindestens eine Zylinder 15 letztmalig vor dem Motorstillstand sein Einlassventil 20 und gegebenenfalls gleichzeitig sein Auslassventil 25 geöffnet haben wird. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 115 verzweigt.

15 Bei Programmpunkt 115 prüft die Motorsteuerung 80 anhand des Signals des Kurbelwinkelsensors 75 und der daraus abgeleiteten Umdrehung der Kurbelwelle 70, ob der bei Programmpunkt 110 ermittelte Kurbelwinkel, bei dem oder kurz nach dem der mindestens eine Zylinder 15 letztmalig vor dem Motorstillstand sein Einlassventil 20 und gegebenenfalls gleichzeitig sein Auslassventil 25 geöffnet haben wird, vorliegt. Ist dies der
20 Fall, so zu einem Programmpunkt 120 verzweigt, andernfalls wird zu einem Programmpunkt 135 verzweigt.

Bei Programmpunkt 120 aktiviert die Motorsteuerung 80 den ersten Verdichter 5 und steuert in derart an, dass er mit einer Drehzahl betrieben wird, die gemäß dem ersten
25 Kennfeld und dem zweiten Kennfeld zu einer maximalen Füllung und einer minimalen Restgasmenge im Brennraum 30 des mindestens einen Zylinders 15 führt. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 125 verzweigt.

Bei Programmpunkt 125 prüft die Motorsteuerung 80 durch Auswertung des Signals des Kurbelwinkelsensors 75, ob das Einlassventil 20 und das Auslassventil 25 letztmalig geschlossen wurden. Ist dies der Fall, so zu einem Programmpunkt 130 verzweigt, andernfalls wird zu einem Programmpunkt 140 verzweigt.

Bei Programmpunkt 130 deaktiviert die Motorsteuerung 80 den ersten Verdichter 5. Anschließend wird das Programm verlassen.

35

Bei Programmpunkt 135 prüft die Motorsteuerung 80, ob der Auslauf des Verbrennungsmotors 10 abgebrochen wurde. Ist dies der Fall, so wird zu Programmpunkt 100 zurück verzweigt, andernfalls wird zu Programmpunkt 115 zurück verzweigt. Die Prüfung, ob der Auslauf des Verbrennungsmotors 10 abgebrochen wurde, kann derart erfolgen, dass die Motorsteuerung 80 prüft, ob die Motordrehzahl wieder ansteigt oder die Leerlaufdrehzahl oder den vorgegebenen Schwellwert wieder überschritten hat. Ist dies der Fall, so wird von einem Abbruch des Auslaufs des Verbrennungsmotors 10 ausgegangen. Andernfalls wird davon ausgegangen, dass der Verbrennungsmotor 10 weiter ausläuft.

Bei Programmpunkt 140 prüft die Motorsteuerung 80 in der zu Programmpunkt 135 beschriebenen Weise, ob der Auslauf des Verbrennungsmotors 10 abgebrochen wurde. Ist dies der Fall, so wird zu Programmpunkt 100 zurück verzweigt, andernfalls wird zu Programmpunkt 120 zurück verzweigt.

30.01.03 St/Oy

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Ansprüche



15

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1) mit einem Verdichter (5) zur Verdichtung der einem Verbrennungsmotor (10) der Brennkraftmaschine (1) zugeführten Frischluft, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verdichter (5) bei einem Auslauf des Verbrennungsmotors (10) zur Füllung mindestens eines Zylinders (15) aktiviert wird, der in einer für einen nachfolgenden Direktstart geeigneten Position zum Stillstand kommt.

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdichter (5) unabhängig von der Brennkraftmaschine (1) angetrieben wird.

25



3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Verdichter (5) ein elektrisch betriebener Lader verwendet wird.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdichter (5) abhängig von der Motordrehzahl der Brennkraftmaschine (1) aktiviert wird.

30

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdichter (5) abhängig von einem Kurbelwinkel der Brennkraftmaschine (1) derart aktiviert wird, dass in den mindestens einen Zylinder (15) zumindest während der letztmaligen Öffnung des Einlassventils (20) des mindestens einen Zylinders (15) vor dem Motorstillstand Frischluft gefüllt werden kann.

35

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdichter (5) zumindest bis zum letztmaligen Schließen des Einlass- und des Auslassventils (20, 25) des mindestens einen Zylinders (15) vor dem Motorstillstand aktiviert bleibt.

5

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdichter (5) abhängig von einem Kurbelwinkel der Brennkraftmaschine (1) derart aktiviert wird, dass in den mindestens einen Zylinder (15) zumindest während einer letztmaligen Überschneidung der Öffnung von Einlass- und Auslassventil (20, 25) des mindestens einen Zylinders (15) vor dem Motorstillstand Frischluft gefüllt werden kann.

10

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdichter (5) derart angesteuert wird, dass der Brennraum (30) des mindestens einen Zylinders (15) nach dem letztmaligen Schließen des Einlass- und des Auslassventils (20, 25) vor dem Motorstillstand maximal mit Frischluft gefüllt ist.

15

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdichter (5) derart angesteuert wird, dass ein Rückströmen von Restgas aus einem Abgasstrang (35) der Brennkraftmaschine (1) in den Brennraum (30) des mindestens einen Zylinders (15) weitestgehend vermieden wird.

20


30.01.03 St/Oy

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

 Zusammenfassung

15

Es wird ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1) vorgeschlagen, das nach einem Motorstillstand einen Direktstart vereinfacht. Dabei ist ein Verdichter (5) zur Verdichtung der einem Verbrennungsmotor (10) der Brennkraftmaschine (1) zugeführten Frischluft vorgesehen. Der Verdichter (5) wird bei einem Auslauf des Verbrennungsmotors (10) zur Füllung mindestens eines Zylinders (15) aktiviert, der in einer für einen nachfolgenden Direktstart geeigneten Position zum Stillstand kommt.

20

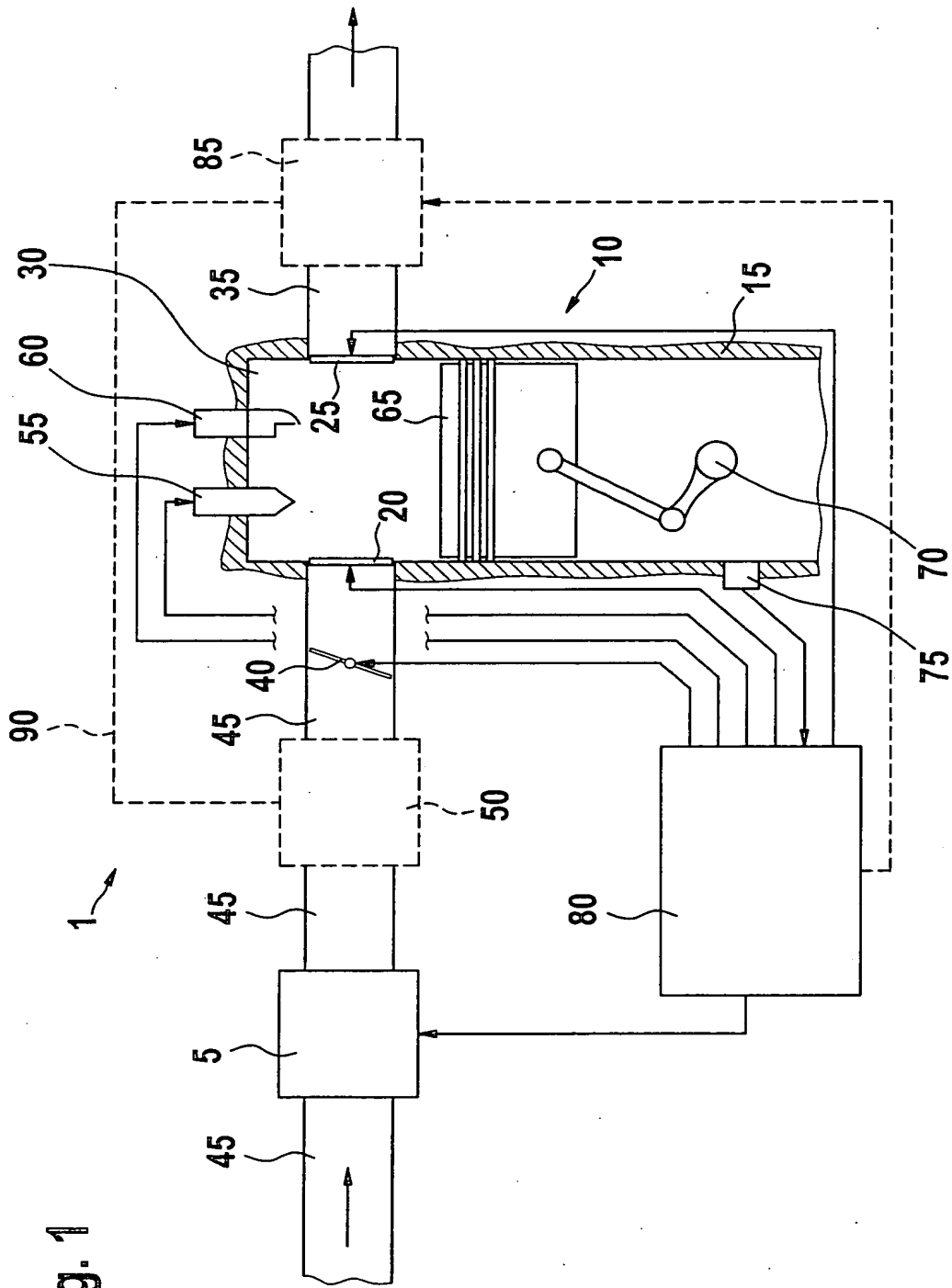


Fig. 1

Fig. 2

